

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° d'publicati n :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 744 733

(21) N° d'enregistrement nati nal :

96 01525

(51) Int Cl⁶ : C 22 C 38/18, C 21 D 8/00, 1/02

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 08.02.96.

(71) Demandeur(s) : ASCOMETAL SOCIETE ANONYME
— FR.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : 14.08.97 Bulletin 97/33.

(72) Inventeur(s) : BELLUS JACQUES, JOLLY PIERRE,
PICHARD CLAUDE, JACOT VINCENT, TOMME
CHRISTIAN et ROBAT DANIEL.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : Se reporter à la fin du
présent fascicule.

(73) Titulaire(s) : .

(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

(74) Mandataire : USINOR SACILOR.

(54) ACIER POUR LA FABRICATION DE PIECE FORGEE ET PROCEDE DE FABRICATION D'UNE PIECE FORGEE.

(57) Acier pour la fabrication de pièces forgées dont la composition chimique comprend, en poids: 0,1% ≤ C ≤ 0,4%; 1% ≤ Mn ≤ 1,8%; 0,15% ≤ Si ≤ 1,7%; 0% ≤ Ni ≤ 1%; 0% ≤ Cr ≤ 1,2%; 0% ≤ Mo ≤ 0,3%; 0% ≤ V ≤ 0,3%, Cu ≤ 0,35%; éventuellement de 0,005% à 0,06% d'aluminium, éventuellement du bore en des teneurs comprises entre 0,0005% et 0,01%, éventuellement entre 0,005% et 0,03% de titane, éventuellement entre 0,005% et 0,06% de niobium, éventuellement de 0,005% à 0,1% de soufre, éventuellement jusqu'à 0,007% de calcium, éventuellement jusqu'à 0,03% de tellure, éventuellement jusqu'à 0,05% de sélénium, éventuellement jusqu'à 0,05% de bismuth, éventuellement jusqu'à 0,1% de plomb, le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration.

Procédé pour la fabrication d'une pièce forgée.

FR 2 744 733 - A1



ACIER POUR LA FABRICATION DE PIECE FORGEE ET PROCEDE DE FABRICATION D'UNE PIECE FORGEE

La présente invention est relative à la fabrication de pièces forgées à hautes caractéristiques, en acier.

5 Les pièces forgées à hautes caractéristiques, en acier, et notamment les pièces forgées à hautes caractéristiques pour l'automobile, sont fabriquées selon différentes techniques qui présentent chacune des inconvénients.

10 Selon une première technique, les pièces sont constituées d'un acier du type chrome-molybdène, dont la composition chimique comprend, en poids, de 0,25 % à 0,45 % de carbone, environ 1 % de chrome et environ 0,25 % de molybdène. Les pièces sont forgées puis soumises à un traitement thermique de trempe et de revenu destiné à leur conférer une structure martensitique revenue pour obtenir notamment une résistance à la traction R_m de l'ordre de 1000 MPa. Cette technique présente l'inconvénient d'être coûteuse et d'engendrer parfois 15 des déformations de la géométrie des pièces.

20 Selon une autre technique, les pièces sont constituées d'un acier contenant de 0,3% à 0,4% de carbone, de 1% à 1,7% de manganèse, de 0,25% à 1% de silicium et jusqu'à 0,1% de vanadium. Après forgeage, les pièces sont refroidies lentement pour leur conférer une structure ferrito-perlitique. Cette technique moins coûteuse que la précédente a cependant plusieurs 25 inconvénients:

- il n'est pas possible d'obtenir une résistance à la traction R_m supérieure à 1000 MPa,
- le rapport limite d'élasticité sur résistance à la traction $R_{p0,2}/R_m$ est inférieur à 0,75 ce qui limite les possibilités d'allégement des pièces lorsque celles-ci sont dimensionnées en particulier par référence à la limite d'élasticité,
- la température de transition de la résilience est supérieure à 50°C ce qui conduit à une résistance aux chocs faible,
- il est parfois nécessaire d'adapter les installations de fabrication en ajoutant 30 des tunnels de refroidissement pour obtenir un refroidissement adapté après forgeage.

35 Les pièces forgée peuvent également être constituées d'un acier contenant moins de carbone que dans le cas précédent, et être trempées à l'eau dans la chaude de forgeage pour leur conférer une structure bainitique ou bainito-martensitique. Cette technique permet d'obtenir une résistance à la traction R_m supérieure à 1000 MPa et une limite d'élasticité $R_{p0,2}$ supérieure à 800 MPa, mais elle présente l'inconvénient d'exiger une trempe à l'eau qui,

parfois, engendrant des déformations géométriques imposant la nécessité d'une opération de redressage ou qui peuvent, même, être rédhibitoires.

Certaines pièces, enfin, sont constituées d'un acier contenant entre 0,3% et 0,4% de carbone et entre 1,9% et 2,5% de manganèse. Elles sont refroidies à l'air après forgeage de façon à présenter une structure bainitique à caractéristiques mécaniques élevées. Mais, ces pièces comportent souvent des bandes ségrégées à structure martensitique rendant l'usinage difficile.

Le but de la présente invention est de proposer un acier et un procédé pour la fabrication de pièces forgées à hautes caractéristiques qui remédient à ces inconvénients.

A cet effet, l'invention a pour objet un acier pour la fabrication de pièces forgées dont la composition chimique comprend, en poids:

$$0,1\% \leq C \leq 0,4\%$$

$$1\% \leq Mn \leq 1,8\%$$

15 $0,15\% \leq Si \leq 1,7\%$

$$0\% \leq Ni \leq 1\%$$

$$0\% \leq Cr \leq 1,2\%$$

$$0\% \leq Mo \leq 0,3\%$$

$$0\% \leq V \leq 0,3\%$$

20 $Cu \leq 0,35\%$

- éventuellement de 0,005% à 0,06% d'aluminium,

- éventuellement du bore en des teneurs comprises entre 0,0005% et 0,01%,

- éventuellement entre 0,005% et 0,03% de titane,

- éventuellement entre 0,005% et 0,06% de niobium,

25 - éventuellement de 0,005% à 0,1% de soufre, éventuellement jusqu'à 0,006% de calcium, éventuellement jusqu'à 0,03% de tellure, éventuellement jusqu'à 0,05% de sélénium, éventuellement jusqu'à 0,05% de bismuth, éventuellement jusqu'à 0,1% de plomb,

le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration.

30 De préférence, la teneur en carbone est inférieure ou égale à 0,3%, de préférence également, la teneur en manganèse est inférieure à 1,6%. Selon la nature des applications envisagées, la teneur en silicium peut être, de préférence, soit supérieure à 1,2% soit inférieure à 0,8%.

35 L'invention concerne également un procédé pour la fabrication d'une pièce forgée selon lequel:

- on approvisionne un lopin en un acier selon l'invention et on le forge à chaud pour obtenir une pièce,

- on soumet la pièce à un traitement thermique comportant un refroidissement depuis une température à laquelle l'acier est entièrement austénitique jusqu'à une température T_m comprise entre $Ms+100^\circ C$ et $Ms-20^\circ C$ à une vitesse de refroidissement V_r supérieure à $0,5^\circ C/s$, suivi d'un maintien de la pièce entre T_m et T_f , avec $T_f \geq T_m-100^\circ C$, et de préférence $T_f \geq T_m-60^\circ C$, pendant au moins 2 minutes de façon à obtenir une structure comportant au moins 15%, et de préférence, au moins 30% de bainite formée entre T_m et T_f .

De préférence, la vitesse de refroidissement V_r est supérieure à $2^\circ C/s$.

Après le maintien entre T_m et T_f , la pièce peut être refroidie jusqu'à la température ambiante et, éventuellement, être soumise à un revenu entre $150^\circ C$ et $650^\circ C$.

Après le maintien entre T_m et T_f , la pièce peut, également, être réchauffée à une température inférieure à $650^\circ C$, puis refroidie jusqu'à la température ambiante.

Le traitement thermique peut être effectué soit après un chauffage de la pièce à une température supérieure à AC_3 , soit directement après forgeage.

L'invention va maintenant être décrite de façon plus précise, mais non limitative et illustrée par les exemples qui suivent.

La composition chimique de l'acier selon l'invention comprend, en poids:

- plus de 0,1% de carbone, et de préférence plus de 0,15%, pour obtenir une dureté suffisante, mais, moins de 0,4%, et de préférence moins de 0,3 %, afin de limiter la résistance à la traction R_m à 1200 MPa;
- plus de 1% de manganèse pour obtenir une trempabilité suffisante, mais moins de 1,8%, et de préférence moins de 1,6 % pour éviter la formation de bandes ségrégées;
- plus de 0,15% de silicium pour durcir la ferrite et, éventuellement, pour favoriser la formation d'austénite résiduelle ce qui améliore la limite d'endurance en fatigue, mais moins de 1,7%, car, au delà, le silicium fragilise l'acier; entre 0,15 % et 0,8% le silicium durcit la ferrite sans favoriser la formation d'austénite résiduelle; entre 1,2 % et 1,7 % le silicium favorise suffisamment la formation d'austénite résiduelle pour améliorer la limite d'endurance en fatigue; selon les applications, la teneur en silicium peut être choisie dans l'une ou l'autre de ces plages;
- de 0% à 1% de nickel, de 0% à 1,2% de chrome et de 0% à 0,3% de molybdène pour ajuster la trempabilité;
- éventuellement du titane en des teneurs comprises entre 0,005% et 0,03%;
- éventuellement du niobium en des teneurs comprises entre 0,005% et 0,06%;

- éventuellement du bore en des teneurs comprises entre 0,0005 % et 0,01% pour compléter l'effet des éléments précédents sur la trempabilité; dans ce cas, il est préférable que l'acier contienne du titane pour renforcer l'effet du bore;
 - de 0% à 0,3% de vanadium pour obtenir un durcissement complémentaire et améliorer la trempabilité;
 - moins de 0,35% de cuivre, élément résiduel présent fréquemment dans l'acier élaboré à partir de ferrailles, mais qui, en trop grande quantité, a l'inconvénient de détériorer la forgeabilité;
 - éventuellement de 0,005% à 0,06% d'aluminium pour assurer la désoxydation de l'acier et pour contrôler le grossissement du grain austénitique, notamment lorsque la teneur en silicium est inférieure à 0,5 %;
 - éventuellement de 0,005% à 0,1% de soufre, éventuellement jusqu'à 0,006% de calcium, éventuellement jusqu'à 0,03% de tellure, éventuellement jusqu'à 0,05% de sélénium, éventuellement jusqu'à 0,05% de bismuth, éventuellement jusqu'à 0,1% de plomb, pour améliorer l'usinabilité;
- le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration.

Pour fabriquer une pièce forgée, on approvisionne un lopin en acier selon l'invention et on le forge à chaud après l'avoir chauffé à une température supérieure à AC_3 , de préférence supérieure à 1150 °C, et mieux encore, comprise entre 1200°C et 1280 °C, de façon à lui avoir conféré une structure entièrement austénitique et une contrainte d'écoulement suffisamment faible. Après forgeage, on soumet la pièce à un traitement thermique qui peut être effectué soit directement dans la chaude de forgeage, soit après refroidissement de la pièce et réchauffage au dessus de la température AC_3 de l'acier.

Le traitement thermique comporte un refroidissement à une vitesse de refroidissement V_r mesurée au passage à 700 °C supérieure à 0,5°C/s, et de préférence supérieure à 2 °C/s, jusqu'à une température T_m comprise entre $Ms+100^\circ C$ et $Ms-20^\circ C$, Ms étant la température de début de transformation martensitique de l'acier. Ce refroidissement est suivi par un maintien pendant un temps supérieur à 2 mn entre la température T_m et une température $T_f \geq T_m - 100^\circ C$, et de préférence $T_f \geq T_m - 60^\circ C$. Le maintien est suivi soit d'un refroidissement jusqu'à la température ambiante éventuellement complété par un revenu entre 150 °C et 650 °C, soit d'un réchauffage jusqu'à une température inférieure ou égale à 650°C avant refroidissement jusqu'à la température ambiante.

C⁺ traitement thermique a pour but de conférer à la pièce une structure essentiellement bainitique comportant moins de 20% de ferrite et au moins 15%, et de préférence au moins 30 %, de bainite inférieure formée entre T_m et T_f . Il

peut être effectué sur toute la pièce ou simplement sur une partie ayant un fonctionnalité particulière.

Les conditions du maintien (T_m , T_f , durée), ainsi que les proportions de chacune des structures, et en particulier la proportion de bainite inférieure, peuvent être déterminées, de façon connue par l'Homme du Métier, à l'aide de mesures dilatométriques sur des barreaux d'essai.

Les pièces ainsi obtenues ont l'avantage d'avoir une résistance à la traction R_m comprise entre 950 MPa et 1150 MPa, une limite d'élasticité $R_{p0,2}$ supérieure à 750 MPa, une résilience Mesnager K supérieure à 25 Joules/Cm² à 20°C, une usinabilité au moins égale à celle des pièces ayant une structure ferrito-perlitique et une bonne tenue en fatigue : $\sigma_0 / R_m > 0,5$ en flexion rotative à 2×10^6 cycles.

A titre de premier exemple, on a fabriqué un axe avec un acier dont la composition chimique comportait, en % en poids:

C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	V	Al	B	Ti	Nb
0,25	0,5	1,67	0,09	0,52	-	0,199	0,2	0,03	-	0,02	-

cet acier contenait, en outre, 0,065 % de S pour améliorer l'usinabilité. Sa température M_s était de 380°C.

La pièce a été forgée à chaud entre 1280°C et 1050°C. Directement après forgeage, la pièce a été refroidie à l'air soufflé à la vitesse de 2,6°C/s jusqu'à la température de 425°C, puis maintenue entre 425°C et 400°C pendant 10 mn; enfin, la pièce a été refroidie jusqu'à la température ambiante par refroidissement naturel à l'air.

La pièce ainsi obtenue avait une structure comportant au moins 80% de bainite. Ses caractéristiques étaient:

$$R_m = 1100 \text{ MPa}$$

$$R_{p0,2} = 870 \text{ MPa}$$

$$A\% = 10\%$$

$$Z = 60\%$$

A titre de deuxième exemple, on a fabriqué une fusée avec un acier dont la composition chimique comportait, en % en poids:

C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	V	Al	B	Ti	Nb
0,25	0,5	1,63	0,006	0,51	0,09	0,196	0,107	0,038	0,003	0,023	-

cet acier contenait, en outre, 0,05% de S pour améliorer l'usinabilité. Sa température M_s était de 385°C.

La pièce a été forgé à chaud entre 1270°C et 1040°C. Directement après forgeage, la pièce a été refroidie à l'air soufflé à la vitesse de 2,6°C/s jusqu'à la température de 400°C, puis maintenue entre 400°C et 380°C pendant 10 mn; la

pièce a alors été portée à la température de 550°C pendant 1 heure, puis elle a été refroidie jusqu'à la température ambiante par refroidissement naturel à l'air.

La pièce ainsi obtenue avait une structure comportant au moins 80% de bainite. Ses caractéristiques étaient:

5

$$R_m = 967 \text{ MPa}$$

$$R_{p0.2} = 822 \text{ MPa}$$

$$A\% = 12\%$$

$$Z = 60\%$$

A titre de troisième exemple, on a fabriqué une rotule avec un acier dont 10 la composition chimique comportait, en % en poids:

C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	V	Al	B	Ti	Nb
0,28	0,79	1,63	0,05	0,5	0,09	0,19	-	0,04	0,0033	0,023	-

cet acier contenait, en outre, 0,06% de S pour améliorer l'usinabilité. Sa température Ms était de 350°C.

La pièce a été forgée à chaud entre 1270°C et 1060°C. Directement après forgeage, la pièce a été refroidie à l'air calme à la vitesse de 1,19°C/s jusqu'à la 15 température de 380°C, puis maintenue entre 380°C et 360°C pendant 10 mn; enfin, la pièce a été refroidie jusqu'à la température ambiante par refroidissement naturel à l'air.

La pièce ainsi obtenue avait une structure comportant au moins 80% de bainite. Ses caractéristiques étaient:

20

$$R_m = 1170 \text{ MPa}$$

$$R_{p0.2} = 947 \text{ MPa}$$

$$A\% = 8\%$$

$$Z = 50\%$$

Les pièces ainsi obtenues peuvent être notamment des pièces pour 25 l'automobile telles que des triangles de suspension, des arbres de transmission, des bielles, mais elles peuvent également être des arbres, des cames ou toute autre pièce forgée pour des machines diverses.

REVENDICATIONS

1 - Acier pour la fabrication de pièces forgées caractérisé en ce que sa composition chimique comprend, en poids:

5 $0,1\% \leq C \leq 0,4\%$
 $1\% \leq Mn \leq 1,8\%$
 $0,15\% \leq Si \leq 1,7\%$
 $0\% \leq Ni \leq 1\%$
 $0\% \leq Cr \leq 1,2\%$
10 $0\% \leq Mo \leq 0,3\%$
 $0\% \leq V \leq 0,3\%$
 $Cu \leq 0,35\%$

- éventuellement de 0,005% à 0,06% d'aluminium,
- éventuellement du bore en des teneurs comprises entre 0,0005% et 0,01%,
15 - éventuellement entre 0,005% et 0,03% de titane,
- éventuellement entre 0,005% et 0,06% de niobium,
- éventuellement de 0,005% à 0,1% de soufre, éventuellement jusqu'à 0,006% de calcium, éventuellement jusqu'à 0,03% de tellure, éventuellement jusqu'à 0,05% de sélénium, éventuellement jusqu'à 0,05% de bismuth, éventuellement jusqu'à 0,1% de plomb,
20 le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration.

2 - Acier selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il contient moins de 0,3% de carbone.

25 3 - Acier selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce qu'il contient moins de 1,6% de manganèse.

4 - Acier selon la revendication 1, 2 ou 3 caractérisé en ce qu'il contient moins de 0,8% de silicium.

5 - Acier selon la revendication 1, 2, ou 3 caractérisé en ce qu'il contient plus de 1,2% de silicium.

30 6 - Procédé pour la fabrication d'une pièce de forge caractérisé en ce que:
- on approvisionne un lopin en un acier selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 et on forge à chaud le lopin pour obtenir une pièce,
- on soumet la pièce à un traitement thermique comportant un refroidissement depuis une température à laquelle l'acier est entièrement austénitique jusqu'à 35 une température T_m comprise entre $Ms+100^\circ C$ et $Ms-20^\circ C$ à une vitesse de refroidissement V_r supérieure à $0,5^\circ C/s$, suivi d'un maintien de la pièce entre T_m et T_f supérieure ou égale à $T_m-100^\circ C$ pendant au moins 2 minutes de façon à

obtenir une structure comportant au moins 15% de bainite inférieure formée entre T_m et T_f et moins de 20% de ferrite perlite.

7 - procédé selon la revendication 6 caractérisé en ce que le maintien est choisi pour que la structure comporte au moins 30% de bainite inférieure formée entre T_m et T_f.

8 - Procédé selon la revendication 6 ou la revendication 7 caractérisé en ce que T_f est supérieure ou égale à T_m-60°C.

9 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 8 caractérisé en ce que la vitesse de refroidissement V_r est supérieure à 2°C/s.

10 10 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 9 caractérisé en ce que après le maintien entre T_m et T_f, la pièce est refroidie jusqu'à la température ambiante.

11 11 - Procédé selon la revendication 10 caractérisé en ce que le traitement thermique comporte en outre un revenu entre 150°C et 650°C.

15 12 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 9 caractérisé en ce que après le maintien entre T_m et T_f, la pièce est réchauffée à une température inférieure à 650°C puis refroidie jusqu'à la température ambiante.

20 13 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 12 caractérisé en ce que le traitement thermique est effectué après un chauffage de la pièce à une température supérieure à AC₃.

14 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 12 caractérisé en ce que le traitement thermique est effectué directement après forgeage.

REPUBLIQUE FRANCAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2744733

N° d'enregistrement
nationalFA 523497
FR 9601525

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendications concernées de la demande examinée					
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)				
X	GB-A-800 286 (UNITED STATES STEEL CORPORATION) * le document en entier * ---	1-5					
X	DE-A-36 28 712 (KLÖCKNER STAHL GMBH) * le document en entier * ---	1,3,4					
X	DE-C-673 465 (AUGUST THYSSEN-HÜTTE AKT.-GES.) * le document en entier * ---	1					
X	SU-A-441 335 (FILIPPENKOV ET AL.) * le document en entier * ---	1,2					
X	CS-A-126 995 (MARTINIK ET AL.) * le document en entier * ---	1-3					
A	GB-A-1 116 160 (NIPPON KOKAN K.K.) * le document en entier * ---	1-5					
A	SU-A-602 596 (RADIA ET AL.) * le document en entier * ---	1-3	C22C C21D				
A	DD-A-68 973 (LÖSCHER ET AL.) * le document en entier * ---	1-5					
A	DE-A-21 44 325 (M.I.M. COMBINATUL SIDERURGIO GALATTI) * revendication 1 * ---	1-5					
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 18, no. 647 (C-1283), 8 Décembre 1994 & JP-A-06 248386 (SUMITOMO METAL IND.LTD.), 6 Septembre 1994, * abrégé * ---	1,2,4					
		-/-					
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur					
23 Septembre 1996		Lippens, M					
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS							
X : particulièrement pertinents à lui seul Y : particulièrement pertinents en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinents à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire							
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant							

REpublique FRANçaise

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2744733

N° d'enregistrement
national

FA 523497
FR 9601525

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendications concernées de la demande examinée	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 16, no. 413 (C-980), 2 Septembre 1992 & JP-A-04 141549 (AICHI STEEL WORKS LTD.), 15 Mai 1992, * abrégé * ---	1,2	
E	EP-A-0 717 116 (ASCOMETAL) * le document en entier * -----	6	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
2			
EPO FORM 1500.0002 (POWCL1)		Date d'achèvement de la recherche 23 Septembre 1996	Examinateur Lippens, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

THIS PAGE BLANK (USPTO)